

# **ВОЗДЕЙСТВИЕ МЕТАСИЛИКАТА НАТРИЯ НА ПЕНООБРАЗОВАНИЕ И КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ**

**Вохобова Динора Нигматжон кизи**

докторант (PhD)

Ташкентского химико-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Эркаева Назокат Актамовна**

Доктор технических наук (*DSc*)

Ташкентского химико-технологического института  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Турсунова Дилдора Абдусатторовна**

Доктор филос. по техн. наукам (PhD)

Ташкентского химико-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент.

**Эркаев Актам Улашович**

Доктор технических наук, проф.

Ташкентского химико-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Аннотация.** В данной статье исследуется влияние метасиликата натрия на пенообразование и кислотно-основные свойства синтетических моющих средств. Рассматривается его роль как функциональной добавки, обеспечивающей стабилизацию щелочного pH, повышение эффективности действия поверхностно-активных веществ и регулирование устойчивости пены.

Приводятся результаты экспериментальных данных, показывающие, что увеличение концентрации метасиликата натрия в рецептуре приводит к изменению скорости падения высоты пены, а также влияет на моющую способность и степень диспергирования загрязнений. Показаны закономерности его взаимодействия с фосфатами и ПАВ различной природы, определяющие физико-химические характеристики моющих композиций. Полученные результаты подтверждают перспективность использования метасиликата натрия для разработки эффективных и экономически обоснованных синтетических моющих средств.

**Ключевые слова.** метасиликат натрия, синтетические моющие средства, пенообразование, pH раствора, поверхностно-активные вещества, моющая способность, стабилизация щелочной среды, реологические свойства, функциональные добавки, диспергирование загрязнений

## **EFFECT OF SODIUM METASILICT ON FOAMING AND ACID-BASE PROPERTIES OF SYNTHETIC DETERGENTS**

**Vakhobova Dinora Nigmatjon qizi**

PhD Student

Tashkent Chemical-Technological Institute

Tashkent, Republic of Uzbekistan

**Erkaeva Nazokat Aktamovna**

Doctor of Technical Sciences (DSc)

Tashkent Chemical-Technological Institute

Tashkent, Republic of Uzbekistan

**Tursunova Dildora Abdusattorovna**

PhD in Technical Sciences

Tashkent Chemical-Technological Institute  
Tashkent, Republic of Uzbekistan

**Erkayev Aktam Ulashevich**

Doctor of Technical Sciences, Professor  
Tashkent Chemical-Technological Institute  
Tashkent, Republic of Uzbekistan

**Abstract.** This article examines the effect of sodium metasilicate on the foaming and acid-base properties of synthetic detergents. Its role as a functional additive that stabilizes alkaline pH, increases the effectiveness of surfactants, and regulates foam stability is discussed. Experimental data are presented demonstrating that increasing the concentration of sodium metasilicate in a formulation changes the rate of foam height decline and also affects cleaning performance and the degree of soil dispersion. The interaction patterns of sodium metasilicate with phosphates and various surfactants, which determine the physicochemical characteristics of detergent compositions, are demonstrated. The obtained results confirm the potential of using sodium metasilicate for the development of effective and cost-effective synthetic detergents.

**Keywords:** sodium metasilicate, synthetic detergents, foaming, solution pH, surfactants, cleaning performance, alkaline environment stabilization, rheological properties, functional additives, soil dispersion

**Введение.** Синтетические моющие средства являются сложными многофункциональными композициями, в составе которых поверхностно-активные вещества, комплексообразователи, щелочные компоненты и другие добавки обеспечивают требуемый уровень очистки при различных условиях эксплуатации. В современных условиях особую значимость имеет повышение эффективности моющих средств при одновременном снижении их негативного

влияния на окружающую среду и оптимизации производственных затрат. Это требует глубокого изучения влияния каждого компонента рецептуры на физико-химические и эксплуатационные свойства моющего состава. Одним из таких важных функциональных компонентов является метасиликат натрия, применяемый как регулятор щелочности и стабилизатор свойств СМС.

Метасиликат натрия представляет собой высокощелочную соль кремниевой кислоты, обладающую выраженными буферными, защитными и диспергирующими характеристиками. Он способен эффективно регулировать кислотно-основное равновесие растворов моющих средств, поддерживая рН в щелочном диапазоне, который необходим для процессов омыления жиров, денатурации белковых загрязнений и активации анионных ПАВ. Щелочная реакция раствора также способствует разрушению и удалению частиц загрязнений, особенно органического происхождения. Благодаря высокой буферной способности метасиликат натрия предотвращает резкие колебания рН при разбавлении или взаимодействии с загрязнением.

Еще одним важным свойством метасиликата натрия является его способность усиливать и стабилизировать пенообразование. Пена является индикатором и участником процесса очистки, так как обеспечивает равномерное распределение раствора по поверхности ткани и участвует в механическом отделении загрязнений. Однако влияние метасиликата натрия на пенообразование неоднозначно и зависит от его концентрации: умеренные количества способствуют формированию устойчивой пены, в то время как избыток может вызывать обратный эффект и снижать пенообразующую способность из-за усиления коагуляции пузырьков.

Метасиликат натрия также взаимодействует с поверхностно-активными веществами и фосфатами, изменяя их эффективность в зависимости от условий системы. Взаимодействие с фосфатами может приводить к частичному связыванию аммония и снижению рН, что необходимо учитывать при создании рецептур сложных многокомпонентных средств. В условиях отсутствия

фосфатов или при их низком содержании метасиликат натрия выступает как альтернативный стабилизатор и структурообразователь моющих растворов.

Значимым фактором является и его антикоррозионное действие: метасиликат натрия предотвращает разрушение металлических поверхностей за счет образования защитного кремниевого слоя. Это качество важно для бытовой техники, особенно в составе стиральных средств для автоматических машин.

Таким образом, изучение влияния метасиликата натрия на свойства СМС является важной задачей для создания конкурентоспособных моющих средств нового поколения. Учет концентрационных эффектов, взаимодействия с другими компонентами рецептуры и особенностей физико-химического поведения этого вещества позволяет оптимизировать состав СМС, повысить их эффективность, обеспечить стабильность и безопасность применения. Настоящая работа направлена на исследование данных аспектов и установление закономерностей влияния метасиликата натрия на пенообразование и кислотно-основное состояние моющих композиций.

**Основная часть.** Экспериментальные исследования влияния метасиликата натрия на свойства синтетических моющих средств показали, что данный компонент определяющим образом влияет на механизмы пенообразования и регулирование кислотно-основного состояния растворов. При варьировании концентрации метасиликата натрия в пределах 0–3 мас.% наблюдались значительные изменения как высоты пены, так и устойчивости пенных структур, а также динамики pH в зависимости от содержания компонента и концентрации раствора.

Пенообразование является важнейшей характеристикой моющих средств, выступающей индикатором активности поверхностно-активных веществ и обеспечивающей механическое отделение загрязнений от обрабатываемой поверхности. Полученные данные показывают, что при увеличении содержания метасиликата натрия от 0 до 3% начальная высота пены снижается с 35,3 мм до 21,9 мм. Такие изменения связаны с усилением коагуляции пузырьков при повышении щелочности и ионной силы раствора. При этом снижение высоты

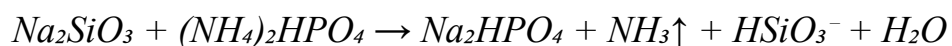
пены сопровождается ростом скорости ее разрушения в начальный период, что также отражает нестабильность пенной структуры при высоком содержании щелочного компонента.

Диссоциация метасиликата натрия в водном растворе (обеспечивает щелочную среду):



Важное влияние на результат оказывает концентрация самого моющего раствора. При увеличении концентрации СМС от 1 до 20% pH растворов при различных уровнях добавленного метасиликата натрия изменяется по криволинейной зависимости, проходя через минимум. Это объясняется тем, что взаимодействие метасиликата натрия с другими компонентами рецептуры, в частности фосфатами аммония, сопровождается выделением аммиака и подкислением системы. При высоких концентрациях растворов буферная способность метасиликата натрия проявляется более значительно, что обеспечивает стабилизацию pH в диапазоне, необходимом для эффективного действия ПАВ.

Взаимодействие метасиликата натрия с фосфатами аммония (сопровождается выделением аммиака и снижением pH):



Моющая способность композиций также существенно зависит от содержания метасиликата натрия. В интервале концентраций 0–2% наблюдается снижение эффективности очистки с 94–98% до 63–67% в зависимости от температуры. Это связано с нарушением оптимального баланса между щелочностью и активностью поверхностно-активных веществ. Однако дальнейшее повышение содержания метасиликата натрия приводит к частичному восстановлению моющей способности, что указывает на сложный характер взаимодействия между структурой раствора, реологическими характеристиками и механизмами удаления загрязнений.

При рассмотрении влияния температуры установлено, что повышение температурного режима обработки повышает моющую способность на 4–6%,

однако не компенсирует полностью негативные эффекты избытка метасиликата натрия. Наиболее выраженный положительный эффект наблюдается при умеренных концентрациях добавки в сочетании с оптимальным количеством фосфатов и анионных ПАВ.

Таким образом, метасиликат натрия оказывает многофакторное влияние на свойства СМС: регулирует pH, определяет структуру и устойчивость пены, а также участвует в активации и стабилизации функциональных компонентов композиции. Характер его воздействия зависит от концентрации, природы взаимодействующих добавок и условий процесса, что требует точного расчета и оптимизации рецептуры моющего средства для достижения максимальной эффективности.

**Заключение.** Анализ влияния метасиликата натрия на пенообразование и кислотно-основные свойства синтетических моющих средств показал, что данный компонент играет ключевую роль в регулировании эксплуатационных характеристик современных СМС. Его присутствие в рецептуре обеспечивает поддержание необходимого уровня щелочности, что является важнейшим фактором для эффективного удаления жировых и белковых загрязнений, а также для стабильной работы поверхностно-активных веществ. Высокая буферная способность метасиликата натрия позволяет минимизировать изменения pH в процессе стирки, независимо от условий, таких как температура, концентрация раствора или химический состав загрязнений.

Однако влияние метасиликата натрия на пенообразование имеет неоднозначный характер и определяется его концентрацией. Умеренные количества способствуют формированию устойчивой пены и равномерному распределению моющего раствора по обрабатываемой поверхности. Превышение оптимального содержания приводит к снижению высоты и стабильности пены, что может негативно отражаться на моющей способности. В связи с этим требуется точный подбор концентрации метасиликата натрия в зависимости от состава других компонентов рецептуры, включая ПАВ и фосфаты.

Дополнительным преимуществом метасиликата натрия является его способность защищать металлические поверхности от коррозии, что делает его особенно востребованным в рецептурах моющих средств для автоматических стиральных машин. В то же время необходимо учитывать возможные взаимодействия метасиликата натрия с солью аммония и другими компонентами, которые могут приводить к подкислению и частичной потере щелочной активности состава.

Таким образом, оптимизация содержания метасиликата натрия в составе СМС позволяет добиться гармоничного сочетания высоких показателей моющей способности, устойчивости пены и стабильного pH растворов. Полученные результаты подтверждают необходимость научно обоснованного подхода к проектированию рецептур, учитывающего как физико-химические свойства компонентов, так и особенности условий применения. Дальнейшие исследования в этом направлении могут быть связаны с изучением синергетических эффектов между метасиликатом натрия и альтернативными щелочными регуляторами, а также оценкой экологических аспектов его применения при переходе к формулированию моющих средств нового поколения.

#### **Использованные источники**

1. Понамарёв А. И. Химия и технология синтетических моющих средств. Москва: Академия, 2018.
2. Чернышев А. Г. Щелочные добавки в моющих композициях: функциональные особенности метасиликата натрия. Журнал химической промышленности, 2021, №5.
3. Громов В. В. Поверхностно-активные вещества и их взаимодействие с минеральными солями. Санкт-Петербург, 2020.
4. Саймонов У. Б. Исследование влияния метасиликата натрия на моющую способность щелочных СМС. Материалы научно-практической конференции, 2022.
5. Мирзаев Н. М. Реологические и пенообразующие свойства синтетических моющих средств. Технологический журнал, 2023, №2.



6. Zhang L. Effect of sodium metasilicate on detergent foaming and alkalinity stabilization. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2020.
7. Smith J. Interactions of alkaline additives with surfactants in washing compositions. *Journal of Surfactants & Detergents*, 2021.
8. Thompson R. Corrosion protection mechanisms in detergent systems. *Cleaner Production Journal*, 2022.
9. Арипов Ж. Х. Буферные свойства щелочных солей и их роль в химико-технологических процессах. *Международный журнал химических наук*, 2023, №3.
10. Levchenko T. S. Surfactant performance in alkaline washing media: pH-dependent efficiency. *SPbGTI Reports*, 2021.